

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-244143

(43)公開日 平成 6 年(1994) 9 月 2 日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302	B	9277-4M		
C 2 3 C 14/34		9046-4K		
C 2 3 F 4/00	A	8414-4K		
H 0 1 L 21/68	R	8418-4M		
// H 0 1 L 21/203	S	8122-4M		

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-48541

(22)出願日 平成 5 年(1993) 2 月 15 日

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 1 号

(72)発明者 上田 庸一

東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 1 号 東京  
エレクトロン株式会社内

(72)発明者 小美野 光明

東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 1 号 東京  
エレクトロン株式会社内

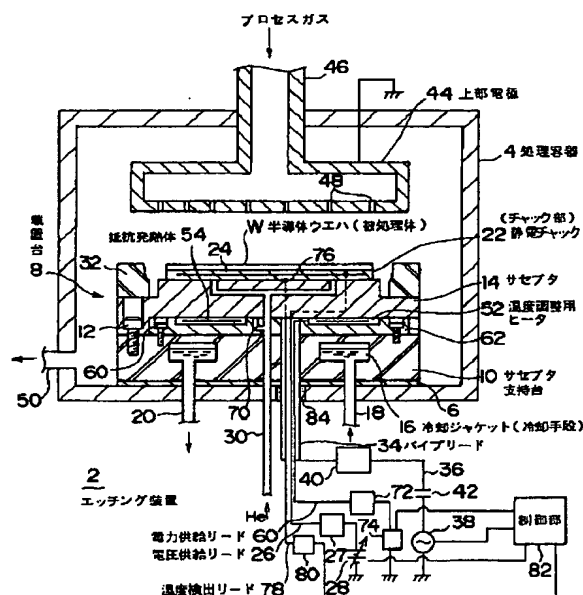
(74)代理人 弁理士 浅井 章弘 (外 1 名)

(54)【発明の名称】 処理装置

(57)【要約】

【目的】 温度調整用ヒータに熱衝撃等に強い窒化アルミニウムを絶縁体として用いた処理装置を提供する。

【構成】 処理容器 4 内に、チャック部 22 と冷却手段 16 を有する載置台 8 を收容してなる処理装置において、チャック部と冷却手段 16 との間に伝達する冷熱を調整する温度調整用ヒータ 52 を設け、このヒータの絶縁体 56 として熱衝撃に強い窒化アルミニウムを用い、この絶縁体を破壊することなくチャック部に吸着する被処理体 W の急激な温度変化を可能ならしめる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理容器内に、上部に被処理体を吸着保持するチャック部を有すると共に下部に前記被処理体を冷却する冷却手段を有する載置台を収容してなる処理装置において、前記チャック部と前記冷却手段との間に、前記被処理体へ供給される冷熱を調整するために窒化アルミニウムを絶縁体として用いた温度調整用ヒータを設けたことを特徴とする処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、エッチング装置やスパッタリング装置のような処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、半導体製造工程においては、被処理体である例えば半導体ウエハは各種の処理装置においてスパッタリング処理やエッチング処理等が繰り返して施される。この場合、ウエハを処理容器内に確実に保持する必要があり、ウエハをクランプ等で固定する従来のメカニカルチャック方式は、ウエハの周囲或いは表面を押さえなければならない為、必ずクロスコンタミネーションやパーティクル発生の原因になることは明らかである。これらの理由から、メカニカルチャックと比較して発生するパーティクルが遥かに少ない静電チャックが主に用いられている。この静電チャックの吸着原理は、ウエハに対して絶縁層を介して対向配置される電極に直流高電圧を印加してウエハの電極対向面に電極の電荷と逆の電荷を生ぜしめ、これらの間に作用するクーロン力によってウエハを、静電チャックが取り付けられたサセブタ側へ吸着保持するようになっている。

【0003】そして、サセブタの下面には、例えばブラズマ等により加熱されるウエハの温度を所定の処理温度まで冷却して制御するための冷媒等を流通させる冷媒通路を備えた冷却ブロックが設けられており、これからの冷熱をウエハに供給するようになっている。そして、通常ウエハの処理は真空等の減圧下にて行われることから、ウエハと静電チャックとの境界面或いはサセブタと冷却ブロックとの境界面等において伝熱の機能を果たす気体が非常に少なくなると伝熱効率が非常に低下することから、これを補うためにこれらの境界面に伝熱促進ガスを供給して、ウエハ温度を効果的に制御する試みがなされている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した従来のウエハの冷却構造にあっては、一般的に冷媒としてフッ素系ガスやパーフルオロカーボン等のフロン系のガスを使用し、この冷媒自体の温度を調整することによりウエハの温度を制御するようになっている。しかしながら、一般的には冷媒通路とウエハとの間の距離がかなり長いので温度調節された冷媒の温度がウエハ温度に影響を与えるまでにかなりの時間を要して熱応答性が悪かっ

た。このために、ウエハ温度を迅速に制御できないという改善点があった。特に、ウエハと冷却ブロックとの間には部材の接合面、すなわち部材界面が複数箇所存在するので、更に、熱応答性を劣化させるという問題点があった。

【0005】また、最近、ウエハを例えば液体窒素を用いて $-150^{\circ}\text{C}$ 程度の超低温にしておき、この状態で減圧状態にてエッチング処理を施す、いわゆる低温エッチング処理法が開発されるに至っており、この低温エッチング処理によれば、例えばポリシリコンやシリコン酸化膜のエッチングを行う場合には、下地との間の選択比を従来方法と比較して大きくすることができ、しかも異方性も十分に確保することができる。しかしながら、この低温エッチング処理を上記した構造において採用しても前述した如き問題点が発生していた。そこで、本発明者等は先の出願（特願平 4-220623 号）において、サセブタと冷却手段との間に、温度調整用ヒータを設けた装置を提案した。

【0006】そして、このヒータの発熱量を制御して冷却手段からウエハに供給される冷熱を調整することによりウエハ温度を制御し、これにより熱応答性等を改善したり、種々の異なる温度においてウエハを処理することが可能となった。そして、この提案した装置にあっては、ヒータの絶縁材料として例えば $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiC}$ 等を使用しているが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は熱衝撃に対して比較的弱いことからウエハの処理温度を例えば $-150^{\circ}\text{C}$ から $+50^{\circ}\text{C}$ に急激に変化させるような場合には熱衝撃によって材料破壊を生じたり、或いは高ワット密度を出せないのみならず、熱伝導性が劣ることからウエハ温度の面内均一性を十分に確保できないという改善点があった。

【0007】また、 $\text{SiC}$ は $\text{Al}_2\text{O}_3$ に比較して熱伝導率、熱膨張率において良好な特性を有しているが、絶縁耐圧が低く、誘電率が大きい欠点がある他、現状ではホットプレス法によってしか製造できない為非常に高価であり、コストの上昇を余儀なくされるという問題を有している。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、温度調整用ヒータに熱衝撃等に強い窒化アルミニウムを絶縁体として用いた処理装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記問題点を解決するために、処理容器内に、上部に被処理体を吸着保持するチャック部を有すると共に下部に前記被処理体を冷却する冷却手段を有する載置台を収容してなる処理装置において、前記チャック部と前記冷却手段との間に、前記被処理体へ供給される冷熱を調整するために窒化アルミニウムを絶縁体として用いた温度調整用ヒータを設けるようにしたものである。

【0009】

【作用】本発明は、以上のように構成されたので、被処理体はチャック部により吸着保持されており、冷却手段からの冷熱は被処理体に伝達する際に温度調整用ヒータからの温熱により制御されて被処理体に伝わることになる。従って、このヒータの発熱量を制御することにより被処理体の温度を迅速に制御でき、熱応答性を向上させることが可能となる。この場合、被処理体の処理温度を変えるべく短時間にヒータ発熱量を大幅に変化させて熱衝撃が発生しても窒化アルミニウムをヒータの絶縁体として用いているのでこれが破壊することがなく、また、被処理体の面内均一性も確保することが可能となる。

【0010】

【実施例】以下に、本発明に係る処理装置の一実施例を添付図面に基いて詳述する。図1は本発明に係る処理装置の一実施例を示す断面図、図2は図1に示す処理装置の載置台を示す概略分解図、図3は本発明装置に用いる温度調整用ヒータを示す平面図、図4は図3に示すヒータの断面図である。

【0011】本実施例においては、処理装置としてプラズマエッチング装置を例にとって説明する。図示するようにこのエッチング装置2は、導電性材料、例えばアルミニウム等により円筒或いは矩形状に成形された処理容器4を有しており、この容器4内の底部にはセラミック等の絶縁板6を介して被処理体、例えば半導体ウエハWを載置するための略円柱状の載置台8が収容されている。この載置台8は、アルミニウム等により円柱状に成形されたサセプタ支持台10と、この上にボルト12により着脱自在に設けられたアルミニウム等よりなるサセプタ14とにより主に構成されている。

【0012】上記サセプタ支持台10には、冷却手段、例えば冷却ジャケット16が設けられており、このジャケット16には例えば液体窒素等の冷媒が冷媒導入管18を介して導入されてジャケット内を循環し、冷媒排出管20より容器外へ排出される。上記サセプタ14は、中央部が突状になされた円板状に成形され、その中央のウエハ載置部にはチャック部として、例えば静電チャック22がウエハ面積と略同じ面積で形成されている。この静電チャック22は、例えば2枚の高分子ポリイミドフィルム間に銅箔等の導電膜24を絶縁状態で挟み込むことにより形成され、この導電膜24は電圧供給リード26により途中高周波をカットするフィルタ27を介して直流高電圧源28に接続されている。従って、この導電膜24に高電圧を印加することにより、チャック22の上面にウエハWをクーロン力により吸引保持し得るように構成される。そして、サセプタ支持台10及びサセプタ14には、He等の伝熱促進ガスをウエハWの裏面に供給するためのガス通路30が形成されている。尚、上記静電チャック22にも伝熱促進ガスを通過させる多数の通気孔（図示せず）が形成される。

【0013】また、サセプタ14の上端周縁部には、ウエハWを囲むように環状のフォーカスリング32が配置されている。このフォーカスリング32は反応性イオンを引き寄せない絶縁性の材質からなり、反応性イオンを内側の半導体ウエハWにだけ効果的に入射せしめる。そして、このサセプタ14には、中空に成形された導体よりなるパイブリード34がサセプタ支持台10を貫通して設けられており、このパイブリード34には配線36を介して例えば13.56MHzのプラズマ発生用の高周波電源38に接続されている。従って、上記サセプタ14は下部電極として構成されることになる。そして、この配線36には、ノイズカット用のフィルタ40及びマッチング用のコンデンサ42が順次介設される。

【0014】上記サセプタ14の上方には、これより約15~20mm程度離間させて、接地された上部電極44が配設されており、この上部電極44にはガス供給管46を介してプロセスガス、例えばCF<sub>4</sub>等のエッチングガスが供給され、上部電極44の電極表面に形成された多数の小孔48よりエッチングガスを下方の処理空間に吹き出すように構成されている。また、処理容器4の下部側壁には、排気管50が接続されており、処理容器4内の雰囲気を図示しない排気ポンプにより排出し得るように構成される。

【0015】そして、上記静電チャック22と冷却手段16との間には、本発明の特長とする温度調整用ヒータ52が設けられる。具体的には、このヒータ52は厚さ数mm程度の板状に成形されており、図3及び図4に示すように内部には、例えばタングステン、カーボン或いはFe-Cr-Al合金（例えばリバーライト（商品名）やフェクラロイ（商品名）で耐酸化性を持たせることから希土類元素、特にLaやYを微量添加している）よりなる線状或いは帯状の抵抗発熱体54が全体に渡って例えば蛇行状或いは一筆書き状に配設されている。そして、この抵抗発熱体54の全体は、焼結したAlN（窒化アルミニウム）よりなる絶縁体56により被われており、このヒータ52を取り付けた時に内部の発熱体54を外部の基台側から電気的に絶縁し得るように構成される。絶縁体56を構成するAlNは、例えば従来使用されていたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等のセラミックスと比較して熱伝導率に関しては約10倍程高く、しかも熱衝撃性に対しても耐久性が高く急激な温度変化に対して破壊ににくい。例えば熱膨張率に関してはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は7.3×10<sup>-6</sup>/°Cであるのに対してAlNは4.5×10<sup>-6</sup>/°Cと低く、引張強度に関してはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は24~26kgf/mm<sup>2</sup>であるのに対してAlNは40~50kgf/mm<sup>2</sup>と高く、強度上優れている。また、AlNは電気絶縁体であるので、熱はフォノンを介して伝わる。熱伝導機構から（図5に示すように）熱伝導率は常温以下でピークを示す。この為、100K（-173°C）程度では常温の値より大きくなる。また、AlNは、図5

から明らかなように低温領域で熱伝導率は上昇し、しかも熱容量(比熱)は低下するのでこれらの相乗効果によりヒータの電気絶縁体として、また均熱板としては非常に良好な特性を発揮する。

【0016】上記発熱体54は、上述のようにヒータの各部分の発熱量を均一化するように全体に渡って略均等に配設されており、例えば中心部に装着孔58等が形成されている場合にはこの部分における放熱量を補償するためにこの装着孔58の周縁部に発熱体をリング状に配設したりする。そして、この発熱体54の両端には、電力供給リード60が接続されている。このように構成されたヒータ52は、図2にも示すようにサセプタ支持台10の上面に設けられるヒータ固定台62の上部に形成されたヒータ收容溝64内にその上面を同一レベルにして完全に收容される。ヒータ固定台62は、熱伝導性の良好な材料例えばアルミニウムにより構成される。このヒータ52の大きさは、好ましくはウエハ面積と略同一面積かそれ以上になるように設定されるのが良く、この下方に位置する冷却ジャケット16からの冷熱がウエハWに伝達するのを制御してウエハWの温度調整を行い得るよう

【0017】この温度調整用ヒータ52やヒータ固定台62にはブッシャピン等の貫通する貫通孔(図示せず)等が形成されている。このヒータ固定台62の周縁部には、ボルト孔64が適当数形成されており、この固定台62をボルト66によりサセプタ支持台10側へ着脱可能に取り付けている。また、サセプタ14の下面には上記ヒータ固定台62全体を收容するための收容凹部68が形成されると共に、このヒータ固定台62には、ヒータ52の上面とサセプタ14の收容凹部68の下面との境界部にHe等の熱伝達媒体を供給するために、前記ガス通路30に接続された分岐路70(図1参照)が形成される。そして、上記ヒータ52の電力供給リード60にはフィルタ72を介して電力源74が接続されて、所定の電力をヒータ52に供給し得るよう

【0018】また、前記静電チャック22には、ウエハ温度を検出するために温度に依存して光の往復時間が変化するを利用した温度計、例えばフロロブチックサーモメトリ(Fluoroptic Thermometry)(商品名)や熱電対等よりなる温度検出器76が設けられている。そして、この温度検出器76には、検出値を伝達する温度検出リード78が接続される。この温度検出リード78は、温度検出器76としてフロロブチックサーモメトリ(Fluoroptic Thermometry)(商品名)を用いた場合には光ファイバにより構成されるが、熱電対を用いた場合には通常の導体を使用され、この場合には高周波ノイズを除去するフィルタ80を途中に介設して、この装置全体を制御する、例えばコンピュータ等よりなる制御部82へ入力される。この制御部82は、上述のように所定のプログラ

ムにより装置全体を制御するものであり、例えば前記高周波電源38、ヒータ52への電力源74、静電チャック22への直流高電圧源28の給配を制御する。また、上記パイブリード34の処理容器底部の貫通部には絶縁体84が介設されて、容器側との電氣的絶縁を図っている。

【0019】次に、以上のように構成された本実施例の動作について述べる。まず、図示しないロードロック室より所定の圧力、例えば、 $1 \times 10^{-4}$ 〜数 Torr 程度に減圧された処理容器4のサセプタ14の上部にウエハWを載置し、これを静電チャック22によりクーロン力によりサセプタ14側へ吸着保持する。そして、上部電極44と下部電極(サセプタ)14との間にパイブリード34を介して高周波を印加することによりプラズマを発生せしめ、これと同時に上部電極44側からプロセスガスを処理空間に流し、エッチング処理を行う。また、低温エッチングを行うためにサセプタ支持台10の冷却ジャケット16に冷媒、例えば液体窒素を流通させてこの部分を $-196^{\circ}\text{C}$ に維持し、これからの冷熱をこの上部のサセプタ14を介してウエハWに供給し、これを冷却するようになっている。

【0020】この場合、冷却ジャケット16とウエハWとの間に温度調整用ヒータ52を設けて、この部分の発熱量を調整することによりウエハWを冷却する温度を調整し、ウエハWを所定の温度、例えば $-150^{\circ}\text{C}$ 〜 $-180^{\circ}\text{C}$ 程度に維持する。従来装置にあっては、冷却媒体自体の温度を制御することによってウエハ温度を制御しており、しかも冷却ジャケットとウエハとの間の距離が長く、界面も多いので熱応答性が非常に悪かった。これに対して、本実施例においては、上述のように冷却ジャケット16は一定の低温、例えば $-196^{\circ}\text{C}$ に固定され、これに対してヒータ52はウエハWに例えば15〜20mmまでの距離に接近させて設けられているので、このヒータ52の発熱量の変化は迅速にウエハWの温度変化となって表れ、従って熱応答性が良く、迅速にウエハ温度を制御することが可能となる。従って、ヒータ52をオフしたときの液体窒素だけによるウエハ冷却温度、例えば $-160^{\circ}\text{C}$ (液体窒素( $-196^{\circ}\text{C}$ ))との間の温度差36℃はサセプタ等の熱抵抗に基づき発生する温度差)を最低温度値としてそれ以上、常温までの温度範囲内で迅速に且つ直線的にウエハ温度を制御することが可能となる。

【0021】また、ヒータ52とサセプタ14との界面部及びウエハWの下面には、ガス通路30を介してHe等の伝熱促進ガスが導入されているので上下間の熱伝達効率が劣化することもなく、上記した熱応答性を一層向上させることができる。また、ウエハの処理温度を例えば $-150^{\circ}\text{C}$ から $-50^{\circ}\text{C}$ に変える場合には、制御部82の制御によりヒータ52の抵抗発熱体54に流す電流を急激に増加させてヒータ温度を一気に、例えば2〜3

分間で増加し、冷却ジャケット16からウエハWに供給される冷熱を制御してウエハを所望の温度、例えば-50℃に維持する。この場合、急激な温度変化に伴ってヒータ52の絶縁体56には大きな熱衝撃が加わるが、特に、本実施例においては絶縁体56として耐熱衝撃性が高いA1Nを用いているので急激な温度変化に対しても亀裂や破壊が発生することを抑制することが可能となる。

【0022】このようにウエハ処理温度を変える場合には、急激な昇温や降温を行う場合があるが、これに伴って材料内部に大きな熱応力が発生しても絶縁体材料の破壊を防止することができる。更には、このA1Nは熱伝導性が従来の、例えばセラミックスヒータ等よりも遥かに高いのでヒータの平面方向に熱が良く伝わり、従ってウエハ温度の面内均一性を高めることが可能となる。また、このA1N材料は、従来使用されていたSiC材料よりも安価なので材料費のコストアップを招来することもない。

【0023】また、プラズマによってダメージを受ける消耗品であるサセプタを交換する場合にはこのサセプタ14とサセプタ支持台10とを接続するボルト12を緩めることによりサセプタ14を容易に取り外すことができる。更に、過電流によるヒータ52の破損、寿命によるヒータの劣化等が生じた場合には、ヒータ交換等のメンテナンス作業を行うが、この場合には上述のようにサセプタ14を取り外した状態で更にボルト66を取り外すことによりヒータ52をヒータ固定台62ごとサセプタ支持台10から取り外すことができ、ヒータ52の交換作業を容易に行うことができる。

【0024】上記実施例にあっては、ヒータ52の抵抗発熱体54を蛇行形状に似た形状としたが、これに限定されず、例えば渦巻状に形成するようにしてもよい。また、上記実施例においては、冷却媒体として液体窒素を用いた場合を説明したが、これに限定されず、例えば冷却媒体として液体ヘリウム等を用いてもよい。尚、上記実施例においては、載置台をプラズマエッチング装置に用いた場合について説明したが、これに限定されず、ウエハを処理するためにこれを保持する必要がある装置ならばどのような装置、例えばCVD装置、アッシング装置、スパッタ装置等にも適用し得るのは勿論である。 \*

# \*【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。温度調整用ヒータの絶縁体に熱衝撃性及び熱伝導性に優れた窒化アルミニウムを用いるようにしたので、急激な昇温や降温に伴って材料内部に大きな熱応力が生じても、この絶縁体に亀裂や破壊が発生することを大幅に抑制することができ、しかも高ワット密度を発揮できる。従って、ウエハの急激な温度変化を可能とし得るので、全体の処理速度を促進させることができる。また、窒化アルミニウムは熱伝導性が良好であることから、ヒータ面内における熱の移動が迅速に行われ、従って、被処理体の温度の面内均一性を大幅に向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る処理装置の一実施例を示す断面図である。

【図2】図1に示す処理装置の載置台を示す概略分解図である。

【図3】本発明の装置に用いる温度調整用ヒータを示す平面図である。

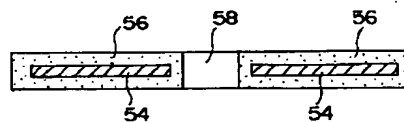
【図4】図3に示すヒータの断面図である。

【図5】A1Nの温度に対する熱伝導率と熱容量（比熱）の関係を示すグラフである。

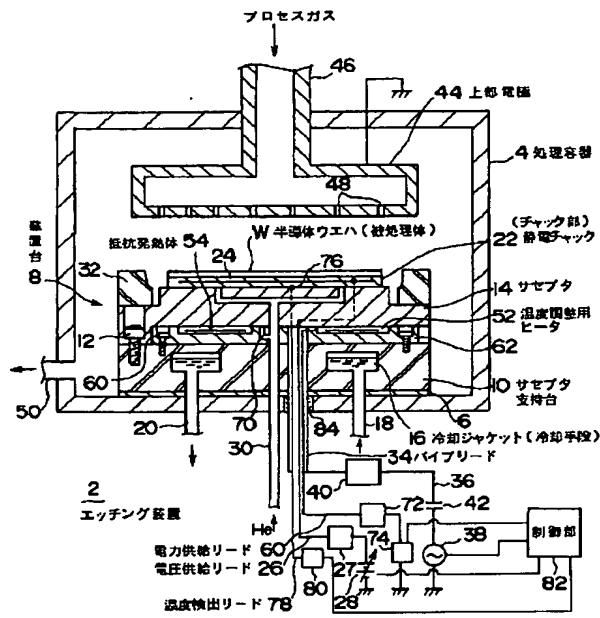
## 【符号の説明】

4	処理容器
8	載置台
10	サセプタ支持台
14	サセプタ（下部電極）
16	冷却ジャケット（冷却手段）
22	静電チャック（チャック部）
26	電圧供給リード
28	直流高圧電源
34	パイプリード
38	高周波電源
44	上部電極
52	温度調整用ヒータ
54	抵抗発熱体
56	絶縁体
60	電力供給リード
40 W	被処理体（半導体ウエハ）

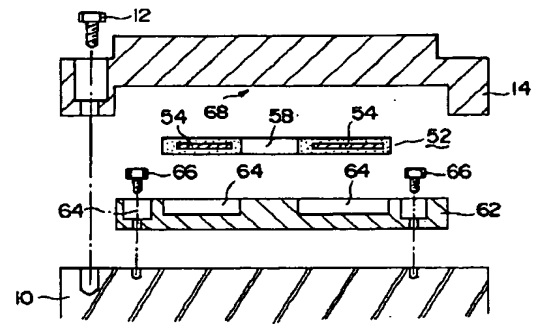
【図4】



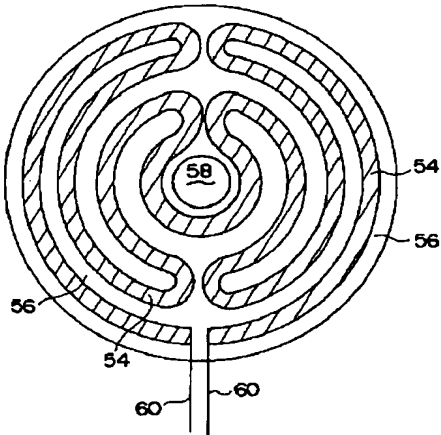
【図1】



【図2】



【図3】



【図5】

